

REPLY DISTRIBUTION TYPE COMMUNICATION METHOD AND COMMUNICATION SYSTEM

Publication number: JP2001045020 (A)

Publication date: 2001-02-16

Inventor(s): UENO YOSHIAKI; MISE TOSHIRO; NAKAO YUTAKA +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD +

Classification:

- international: H04L12/18; H04L12/28; H04L12/56; H04L12/18; H04L12/28; H04L12/56; (IPC1-7): H04L12/18; H04L12/28; H04L12/56

- European:

Application number: JP19990217863 19990730

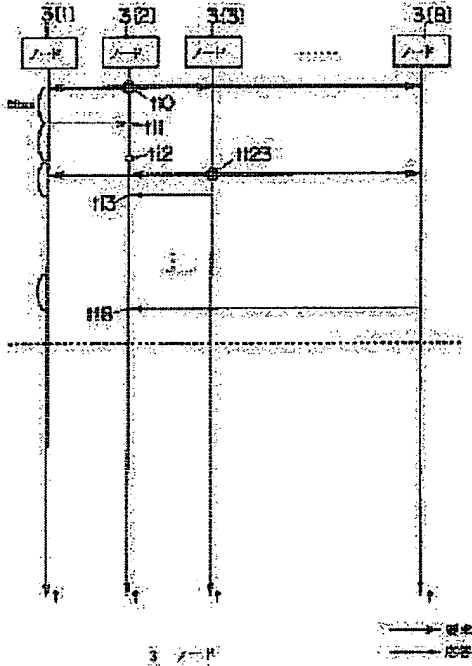
Priority number(s): JP19990217863 19990730

Also published as:

JP3587092 (B2)

Abstract of JP 2001045020 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid congestion in a communication system on the occurrence of a traffic flow in excess of a communication capacity of a transmission medium or a data reception capability or the like caused by transmission of a request by a plurality of nodes. SOLUTION: The communication system adopts the reply distribution type communication method where each of a plurality of nodes 3 stores an assigned specific value and a transmission timing of a reply for transmission of the reply is delayed by a transmission time obtained by multiplying a specific value such as a node number with 10 ms.; Furthermore, the communication system is configured by connecting a plurality of nodes that delay a reply transmission timing by the transmission time obtained by multiplying the specific value such as the node number with 10 ms for the transmission of the reply in a way of enabling data transmission reception.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-45020

(P2001-45020A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	特許庁(参考)
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/00	3 1 0 D 5 K 0 3 0
12/18		11/18	5 K 0 3 3
12/58		11/20	1 0 2 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平11-217863	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地
(22) 出願日	平成11年7月30日 (1999.7.30)	(72) 発明者	上野 喜昭 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	三瀬 敏明 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 高晴 (外1名)

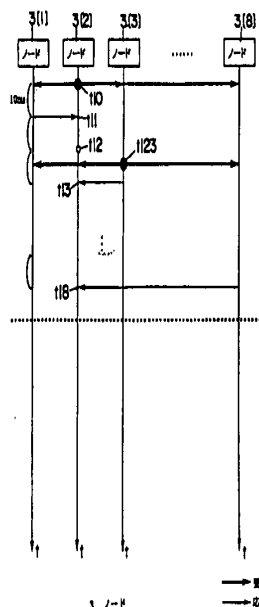
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 応答分散式通信方法および通信システム

(57) 【要約】

【課題】 複数のノードによる要求の送信に起因して、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避する。

【解決手段】 複数のノード3の各々に対して、割り当てられた固有の値を保持させ、応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを、例えばノード番号などの固有の値を10msに掛けて得られる送信時間だけ遅延させる応答分散式通信方法を採用する。また、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、例えばノード番号などの固有の値を10msに掛けて得られる送信時間だけ応答の送信タイミングを遅延させるノードを、複数相互にデータの送受信が可能に接続して通信システムを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システム用の応答を分散させる通信方法であって、

前記複数のノードの各々は、

割り当てられた固有の値を保持し、

応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させることを特徴とする応答分散式通信方法。

【請求項2】 前記複数のノードの各々は、

要求を送信するとき、その要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報をヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求をデータとして送信し、データを受信したとき、このデータから得られるヘッダ情報をもとに、受信したデータが自宛のデータであるかを判断し、自宛のデータであれば応答を送信することを特徴とする請求項1記載の応答分散式通信方法。

【請求項3】 前記複数のノードの各々は、

データの送信機能として応答送信機能と要求送信機能とを備え有し、

応答送信機能によって応答を送信するとき、その応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させ、要求送信機能によって要求を送信するとき、その要求を、この送信タイミングを遅延させることなく送信することを特徴とする請求項1記載の応答分散式通信方法。

【請求項4】 前記複数のノードの各々は、前記応答を送信するとき、

前記伝送媒体の伝送速度と前記応答のデータ長とからその応答の前記伝送媒体における滞在時間を算出し、

この滞在時間から通信システムの輻輳を回避するために必要な応答の送信時間間隔を算出し、

当該ノードが保持する前記固有の値から前記応答の送信順序を決定し、

この送信順序および前記送信時間間隔に応じて前記応答を送信することを特徴とする請求項1記載の応答分散式通信方法。

【請求項5】 データの受信時刻から前記通信システムの負荷を算出し、

この負荷から前記通信システムの負荷が増大しているかを判断し、

前記通信システムの負荷が増大していれば前記応答の送信時間間隔を長くすることを特徴とする請求項1または3記載の応答分散式通信方法。

【請求項6】 前記複数のノードの各々は、

タイマを有するとともに応答の返送を期待するノードのリストを予め記憶し、

前記要求を送信するとき、前記タイマを起動し、前記リストを利用して前記要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報を前記ヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求を送信し、この後、前記タ

イマの計時によりタイマアウトが発生する前に、前記ヘッダ情報に含めた応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信した場合には、前記タイマを停止する一方、前記応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信する前に、前記タイマの計時によりタイマアウトが発生した場合には、前記応答の返送を期待するノードのうち応答を返送してこなかったノードに対してのみ前記要求の再送を行うことを特徴とする請求項2記載の応答分散式通信方法。

【請求項7】 前記複数のノードの各々は、

前記要求の再送を所定回数行ってもその再送の相手先から応答が返送されない場合には、その相手先のノードを障害ノードとして取り扱い、この後、前記障害ノードに対する再送の回数を、前記障害ノードとして取り扱わないノードに対する再送の回数よりも少なくすることを特徴とする請求項6記載の応答分散式通信方法。

【請求項8】 前記複数のノードのうち、データの送信に関する要求が他のノードに比べて多い少なくとも1つのノードを高優先度ノードとし、

前記高優先度ノードからの応答が前記他のノードからの応答よりも先に送信されるように前記通信システムを設定し、

前記他のノードに対して、前記高優先度ノードから応答が返送されない場合、応答の収集を中断させて前記高優先度ノードへの要求の再送を行わせることを特徴とする請求項3記載の応答分散式通信方法。

【請求項9】 前記複数のノードの各々は、

タイマを有し、前記通信システムに接続されるノード数に応じて、前記タイマによる計時時間の長さを前記通信システムの輻輳を回避し得る値に設定することを特徴とする請求項4記載の応答分散式通信方法。

【請求項10】 前記複数のノードの各々は前記障害ノードの数に応じて応答収集のためのタイマ設定時間を設定することを特徴とする請求項9記載の応答分散式通信方法。

【請求項11】 複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システムであって、前記複数のノードの各々は、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させることを特徴とする通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システム用であって、防災システムなどに適用可能な応答分散式通信方法およびその通信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、様々な通信方法が提案されたが、

用されているが、例えば、特開平5-211503号公報には、ネットワークに接続された複数の局を有し、発呼局から送信された同報要求情報を受信した複数の着呼局は発呼局に同報応答情報を送信する同報通信方式において、各着呼局は、他の着呼局と異なる遅延時間が経過した後、同報応答情報を送信し、これにより、ネットワーク上の局所的なトラヒックの増加を抑制する同報通信方式が記載されている。

【0003】また、特開平10-79753号公報には、一斉同報伝文送信局は一斉同報伝文受信局が応答伝文を送信するまでの待ち時間を指定するディレイ種別情報を一斉同報伝文中に挿入または付加して送信し、一斉同報伝文受信局は、その一斉同報伝文を受信して伝文中のディレイ種別情報を読み取って自局のディレイタイムを設定し、設定されたディレイタイム経過後に応答伝文を送信し、これにより、短い一斉同報伝文で応答伝文が返信されるタイミングを制御することができ一斉同報通信制御方法が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に記載の方法では、いずれも単独のノードが同報を行った場合の動作が規定されているに止まり、それら方法を複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システムに適用することができない。

【0005】ところで、このような通信システムには、複数のノードが送信を行った場合にデータが消失するなどの問題点が存在する。

【0006】図1図は、この問題点の説明図で、この図の例では、一のノードが時点t1で要求を送信した後、時点t2で別のノードが要求を送信すると、その時点t2以降の図中TM1では、単独のノードが要求を送信した場合の2倍のトラヒックが発生することになるので、データの衝突や受信バッファ溢れなどに起因してデータが消失する恐れがある。要求を送信するノード数がさらに増加すると、トラヒック量がさらに増加することから、データ消失の危険性が一層高くなる。特に、各ノードが自律的に動作し、非同同期にデータの送信を行う分散システムでは、他のノードの送信タイミングを予測することが困難であり、このため、全ノードが一斉に要求を送信する場合を想定して通信システムの設計を行う必要がある。ただし、図1図において、時点t1、t2以外の送信信号は応答の送信信号である。

【0007】なお、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システムでは、要求の遅延を最小限に抑える通信方法も望まれる。また、応答の遅延を最小限に抑える通信方法も望まれる。後者は、各ノードに並列処理機能を提供されれば、ある要求に対する応答の収集が終了する前に次の要求の送信が可能になるので、必ずしも必要とは言えないが、並列処理機能を提供するにはより複雑なトランザクション管理機能が必要になり、各ノード

ド、引いては通信システムの設計が勢い複雑になる。このため、並列処理機能を提供しない方が設計が極めて容易になり、この場合、応答の遅延を最小限に抑えることが要求される。

【0008】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、複数のノードによる要求の送信に起因して、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避し得る応答分散式通信方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1記載の発明の応答分散式通信方法は、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システム用の応答を分散させる通信方法であって、前記複数のノードの各々は、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させるものである。

【0010】この方法によれば、各ノードの応答の送信タイミングが固有の値に応じて遅延するようにになるので、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避することができる。

【0011】なお、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、要求を送信するとき、その要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報をヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求をデータとして送信し、データを受信したとき、このデータから得られるヘッダ情報をもとに、受信したデータが自局のデータであるかを判断し、自局のデータであれば応答を送信する方法でもよい（請求項2）。この方法によれば、自局のデータであれば応答が送信されるので、冗長なトラヒックを抑制し、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0012】また、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、データの送信機能として応答送信機能と要求送信機能とを個別に有し、応答送信機能によって応答を送信するとき、その応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させ、要求送信機能によって要求を送信するとき、その要求を、この送信タイミングを遅延させることなく送信する方法でもよい（請求項3）。この方法によれば、要求の送信タイミングは遅延されないで、要求の迅速な送信が可能になる。

【0013】また、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、前記応答を送信するとき、前記伝送媒体の伝送速度と前記応答のデータ長とからその応答の前記伝送媒体における滞在時間を算出し、この滞在時間から通信システムの輻輳を回避するために必要な応答の送信時間間隔を算出し、当該ノード

が保持する前記固有の値から前記応答の送信順序を決定し、この送信順序および前記送信時間間隔に応じて前記応答を送信する方法でもよい（請求項4）。この方法によれば、伝送媒体の伝送速度および応答のデータ長とともに応答の送信時間間隔が算出されるので、遅延を最小限に抑えて応答を返送することが可能となる。

【0014】また、請求項1または3記載の応答分散式通信方法において、データの受信時刻から前記通信システムの負荷を算出し、この負荷から前記通信システムの負荷が増大しているかを判断し、前記通信システムの負荷が増大していれば前記応答の送信時間間隔を長くする方法でもよい（請求項5）。この方法によれば、通信システムの負荷が増大していれば応答の送信時間間隔が長くなるので、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0015】また、請求項2記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、タイマを有するとともに応答の返送を期待するノードのリストを予め記憶し、前記要求を送信するとき、前記タイマを起動し、前記リストを利用して前記要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報を前記ヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求を送信し、この後、前記タイマの計時によりタイムアウトが発生する前に、前記ヘッダ情報に含めた応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信した場合には、前記タイマを停止する一方、前記応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信する前に、前記タイマの計時によりタイムアウトが発生した場合には、前記応答の返送を期待するノードのうち応答を返送してこなかったノードに対してのみ前記要求の再送を行う方法でもよい（請求項6）。この方法によれば、応答の返送を期待するノードのうち応答を返送してこなかったノードに対してのみ要求の再送が行われるので、冗長なトラヒックを抑制し、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0016】また、請求項6記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、前記要求の再送を所定回数行ってもその再送の相手先から応答が返送されてこない場合には、その相手先のノードを障害ノードとして取り扱い、この後、前記障害ノードに対する再送の回数を、前記障害ノードとして取り扱わないノードに対する再送の回数よりも少なくする方法でもよい（請求項7）。この方法によれば、障害ノードに対する再送の回数が少なくされるので、直ちに次の要求の送信が可能になる。つまり、応答の期待できないノードへの再送の繰り返しによる冗長な待ち時間を縮小することで、次の要求の迅速な送信が可能になる。

【0017】また、請求項3記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードのうち、データの送信に関

する要求が他のノードに比べて多い少なくとも1つのノードを高優先度ノードとし、前記高優先度ノードからの応答が前記他のノードからの応答よりも先に送信されるように前記通信システムを設定し、前記他のノードに対して、前記高優先度ノードから応答が返送されてこない場合、応答の収集を中断させて前記高優先度ノードへの要求の再送を行わせる方法でもよい（請求項8）。この方法によれば、高優先度ノードに対する要求が優先的に行われるので、高優先度ノードに対する要求の遅延を最小限に抑えることができる。

【0018】また、請求項4記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、タイマを有し、前記通信システムに接続されるノード数に応じて、前記タイマによる計時時間の長さを前記通信システムの輻輳を回避し得る値に設定する方法でもよい（請求項9）。この方法によれば、通信システムに接続されるノード数が変化しても通信システムの輻輳を回避することができる。また、通信システムに接続されるノード数に応じて応答の遅延を最小限に抑えることができる。

【0019】さらに、請求項9記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は前記障害ノードの数に応じて応答収集のためのタイマ設定時間を設定する方法でもよい（請求項10）。この方法によれば、障害ノードからの応答待ちによる冗長な遅延を抑制し、応答の遅延を最小限に抑えることができる。

【0020】請求項11記載の発明は、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システムであって、前記複数のノードの各々は、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させるものである。

【0021】この構成では、各ノードの応答の送信タイミングが固有の値に応じて遅延するようにになるので、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1図は本発明の第1実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図で、この図を用いて以下に第1実施形態の説明を行う。

【0023】まず、第1実施形態に係る応答分散式通信方法が適用される通信システムの説明を本発明の通信システムに係る一実施形態とともに行う。

【0024】図2図はその通信システムの構成例を示す図、図3図はその通信システムで送受信されるデータのフレームフォーマット例を示す図で、図2に示す通信システム1は、リング型で媒体共有のネットワーク2と、このネットワーク2に接続される複数台（図2の例では8台）のノード3とにより構成されている。ただし、図2に示す括弧「0」内の数字はノード番号を示す（図1も同様）。

【0025】この通信システム1で送受信されるデータのフレームFは、ヘッダ部F1およびデータ部F2により成り、ヘッダ部F1には、送信元ノード番号F11、送信先ノード/グループ番号F12、送信先相手指定F13、要求/応答のメッセージ種別F14、およびトランザクション番号F15が含まれる。

【0026】図4は図2に示す各ノードのハードウェア構成図、図5は図4に示すハードウェア、特に制御部に具備される機能ブロック図で、各ノード3は、図4に示すように、ネットワーク2に接続され、このネットワーク2にデータを送信するための送信部30と、受信バッファメモリ（受信バッファ）31aを有し、ネットワーク2に接続され、このネットワーク2からデータを受信するための受信部31と、計時用のタイマ32と、種々のデータ記憶用のメモリ33と、これら送信部30、受信部31、タイマ32およびメモリ33などが接続され、当該ノード3用の種々の制御などの処理を行う制御部（CPU）34とにより構成されている。

【0027】このように構成されるハードウェア上には、所定のソフトウェアプログラムに従って動作する制御部34の処理機能により、図5に示すように、送信部30および受信部31用のドライバ300と、データ部F2用の情報処理などを行うアプリケーションタスク部301と、ヘッダ部F1の情報をもとに、送受信されるフレームFの処理を行う通信プロトコル層部302とが具備される。

【0028】この通信プロトコル層部302には、種々の管理を行う機能として、後述するヘッダ解析部316からの通知に応じてフレームの受信履歴を管理してアプリケーションタスク部301に通知するフレーム受信履歴管理部303と、システム状態管理部304と、フレームの送信に対する応答を管理する応答管理部305と、ヘッダ部F1のトランザクション番号を指定するトランザクション管理部306とが具備されている。そして、応答管理部305およびトランザクション管理部306からの情報をアプリケーションタスク部301に通知するためのキュー307が具備されているほか、イベントフラグ用のキュー308が具備されている。

【0029】また、通信プロトコル層部302には、要求送信機能として、アプリケーションタスク部301からの送信すべき要求入力用のキュー309と、図3に示すフォーマットに従って、トランザクション管理部306により指定されるトランザクション番号などをヘッダ部F1に含めるとともにキュー309から得られる要求の情報をデータ部F2に含めてフレームFを組み立てるほか、送信先に指定した少なくとも1つのノードのノード番号を応答管理部305に通知し、キュー308に要求イベントを登録する要求フレーム作成部310と、この要求フレーム作成部310から得られるフレームを送信のために取り込むキュー311とが具備されている。

また、通信プロトコル層部302には、応答送信機能として、応答のフレームFを組み立てる応答フレーム作成部312と、この応答フレーム作成部312から得られるフレームを送信のために取り込むキュー313とが具備されている。そして、キュー311、313の後段には、送信遅延部314aを有し、キュー311からのフレームを直ぐにドライバ300に渡す一方、キュー313からのフレームを送信遅延部314aに通じてその送信タイミングを遅延させた上でドライバ300に渡すフレーム送信部314が作成されている。

【0030】さらに、通信プロトコル層部302には、ドライバ300からの受信されたフレーム入力用のキュー315と、このキュー315から得られるフレームにおけるヘッダ部F1の解析を行うヘッダ解析部316とが具備されている。

【0031】このヘッダ解析部316の処理機能をさらに詳述すると、例えばヘッダ部F1における送信先ノード/グループ番号F12を参照してそれが自宛のものでなければ、そのヘッダ部F1を捨てフレームを破棄する処理が行われる。

【0032】また、ヘッダ部F1におけるメッセージ種別F14を参照してそれが要求であれば、さらに送信先相手指定F13を参照して、それが自宛のものでない場合にはフレームを破棄する処理が行われる。これに対し、自宛のものである場合にはフレームまたはそのヘッダ部F1を応答フレーム作成部312に渡す処理が行われる。これにより、応答用のフレームが応答フレーム作成部312で作成されてキュー313にキューイングされ、その後、フレーム送信部314を通じてドライバ300に渡されることになる。また、キュー308に応答イベントの登録を行うとともに、トランザクション管理部306に受信フレームを通知する処理が行われる。このとき、トランザクション管理部306が2重受信でないかと判断した場合、キュー307を介してアプリケーションタスク部301に要求メッセージが通知される。

【0033】一方、上記メッセージ種別F14を参照してそれが応答であれば、応答管理部305にヘッダ部F1の情報を通知する処理が行われる。この場合、応答管理部305において、応答を得るべき全ノードから全ての応答が返送されてきた時点で応答受信完了待ちタイマを停止し、アプリケーションタスク部301に対して正常終了を通知する処理が行われる。

【0034】ここで、図4に示したタイマ32は、通信イベント周期タイマ、上記応答受信完了待ちタイマ、および応答送信待ちタイマとして使用される。

【0035】通信イベント周期タイマは、イベントフラグ用のキュー308にイベントが存在しない場合に要求の送信、または自宛が否かに関わらず要求の受信があれば、あるいは当該通信イベント周期タイマの計時終了時にキュー308に少なくとも1つのイベントがキューイ

ングされていれば、起動し、停止条件を有さない。また、タイムアウト時にはキュー308を参照する処理が実行される。

【0036】応答受信完了待ちタイマは、キュー308にイベントが存在しない場合に要求の送信があれば、あるいは通信イベント周期タイマの計時終了後にキュー308から得られるイベントが要求であれば、起動し、この後、返送されるべき全ノードから応答が全て受信されると、応答管理部305によって停止される。また、タイムアウト時には、再送回数に満たない場合、応答を送送してこなかったノードをヘッダ部F1の送信先相手指定F13に設定して再送する処理が行われる。再送回数分再送を行った場合、応答を送送してこなかったノードのノード番号をシステム状態管理部304に通知するとともに、異常終了としてアプリケーションタスク部301に通知する処理が応答管理部305により行われる。

【0037】応答送信待ちタイマは、キュー308にイベントが存在しない場合に要求の送信があれば、あるいは通信イベント周期タイマの計時終了後にキュー308から得られるイベントが応答であれば、起動し、停止条件を有さない。また、タイムアウト時には、応答を送信する処理が行われる。

【0038】次に、上記構成の通信システム1に適用される第1実施形態に係る応答分散式通信方法を説明すると、第1実施形態では、複数のノード3の各々に対して、固有の値として例えばノード番号を割り当ててそれを保持させ、フレーム送信部314から応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを送信遅延部314aでその固有の値に応じて遅延させる方法が採られる。その遅延時間は、ノード番号×10msにより得られる値に設定される。なお、この遅延処理は図5に示す送信遅延部314aで行われる。

【0039】図1を用いて上記方法による動作例を説明する。ただし、伝送媒体における伝送遅延時間およびドライバ300でのデータ処理時間は、十分短く無視できるものとする。

【0040】ノード3(2)が要求を例えばグループ通信またはマルチキャストで他のノード3(1)、3(3)～3(8)に送信すると(t10)、他のノードの各々から、ノード番号×10msにより得られる値の遅延時間後に順次応答が返送されてくる。すなわち、ノード3(1)からの応答はほぼ10ms遅延後の時点t11に受信され、続いてノード3(3)からの応答はほぼ30ms遅延後の時点t13に受信され、最後にノード3(8)からの応答はほぼ80ms遅延後の時点t18に受信される。このように、通信イベント周期で各ノードの応答送信時刻が一意に決定されるので、複数のノードによる要求の送信に起因して、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避することが可能になる。ただし、ノー

ード3(1)～3(8)は同一のグループに属しているものと

する。

【0041】また、図1に示すように、ノード3(3)が時点t12と時点t13との間の時点t123に要求を例えば他のノード全てに送信したとすると、その時点t123を基準に、他のノードの各々から順次応答が返送されてくるので、衝突による信号の消失を防止することができるほか、上記同様に通信システムの輻輳を回避することが可能になる。

【0042】図6は本発明の第2実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図で、この図を用いて以下に第2実施形態の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第2実施形態では、複数のノード3の各々に対して、要求を送信するとき、その要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報をヘッダ部F1の送信先相手指定F13に含めさせ、ヘッダ部F1とともに要求(データ部F2)をデータとして送信させ、データを受信したとき、このデータから得られるヘッダ部F1の情報をもとに、受信したデータが自宛のデータであるか否かを判断させ、自宛のデータであれば応答を送信させる方法が採られる。

【0043】図6を用いて上記方法による動作例を説明する。ノード3(2)が要求を例えばノード3(1)、3(8)に送信したとすると(t20)、ノード3(1)、3(8)では、ノード3(2)から受信したデータが自宛のデータであるので、ほぼ10ms遅延後の時点t21およびほぼ80ms遅延後の時点t28にそれぞれ応答を送信する処理が実行され、また、ノード3(3)～3(7)の各々では、ノード3(2)から受信したデータが自宛のデータではないので、応答を送信する処理は実行されない。これにより、ノード3(2)は、時点t21でノード3(1)から応答を受信し、時点t28でノード3(8)から応答を受信することになる。このように、要求を送信する必要のないノードからの応答を排除することにより、冗長なトラヒックの抑制が可能になり、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求データの消失の確率を低く抑えることができる。

【0044】また、図6に示すように、ノード3(3)が時点t22と時点t23との間の時点t223に要求を例えばノード3(1)、3(2)に送信したとすると、その時点t223を基準に、ノード3(1)、3(2)のみから順次応答が返送されてくるので、衝突による信号の消失を防止することができる。

【0045】上記第1および第2実施形態では、動作例として、ノード3(2)の応答の収集中にノード3(3)が要求を送信すると、そのノード3(3)に対する応答の収集がノード3(2)の応答の収集と平行して行われるが、これに限らず、ノード3(2)の応答の収集が終了した後に、ノード3(3)に対する応答の収集が開始されるよう

にしてもよい。この場合、ノード3(2)の要求送信時に起動された通信イベント周期タイマが終了したら、ノード3(3)に対する応答を開始し、この後、ノード番号×10msに従って順次応答が返送されるようにすればよい。この場合の動作例を図7に示す。図7において、ノード3(2)が要求を例えば他のノード全てに送信すると(t300)、他のノード3(1)、3(3)~3(8)の各々から順次応答が返送されてくる(t301、t303、…、t308)。この後、ノード3(2)の要求送信時に起動された通信イベント周期タイマが終了すると(t309)、ノード3(3)に対して他のノード3(1)、3(2)、3(4)~3(8)の各々から順次応答が返送されてくる(t310、t311、…、t317)。これにより、通信システムの輻輳を回避することが可能になる。

【0046】次に、本発明の第3実施形態に係る応答分散式通信方法の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第1および第2実施形態では、応答の送信時間間隔は一定値の10msになっているが、第3実施形態では、応答の送信時間間隔を通信システム1に連応した値に設定する方法が採られる。すなわち、複数のノード3の各々に対して、応答を送信するとき、伝送媒体の伝送速度と応答のフレームのデータ長とからその応答の伝送媒体における滞在時間を算出させ、この滞在時間から通信システム1の輻輳を回避するために必要な応答の送信時間間隔を算出させ、当該ノード3が保持する固有の値から応答の送信順序を決定させ、この送信順序および上記送信時間間隔に応じて応答を送信させる方法が採られるのである。

【0047】この方法による応答の送信時間間隔の算出例を説明すると、例えば、伝送媒体の伝送速度を80kbp/sとし、各ノード3が送信する要求および応答のフレームの平均データ長を200バイトとすれば、応答の伝送媒体における滞在時間として2.5ms(=200byte/80kbp/s)が算出される。続いて、この滞在時間に所定値(≧0)を加えたり所定倍(≧1)するなどして送信時間間隔が算出される。例えば所定値をゼロとすれば、応答の送信時間間隔は2.5msになる。これにより、通信システムの輻輳を回避することが可能になるとともに、遅延を最小限に抑えて応答を返送することが可能となる。

【0048】次に、本発明の第4実施形態に係る応答分散式通信方法の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第4実施形態では、データの受信時刻から通信システム1の負荷を算出し、この負荷から通信システム1の負荷が増大しているか否かを判断し、通信システム1の負荷が増大していれば応答の送信時間を長くする方法が採られる。

【0049】具体例としては、通信システム1における複数のノード3のうち、応答の送信時間を決定するマスタとなるノード3を選定する。図2において、例えばノード3(1)をマスタとすると、このノード3(1)に対して、ドライバ300からデータを受信した場合、自宛か否かに関係なくヘッダ解析部316からフレーム受信履歴管理部303に受信イベントを通知させ(図5参照)、第3実施形態と同様にして応答の送信時間間隔(例えば2.5ms)を算出させる。

【0050】ここで、例えば1秒毎に通信システム1の負荷状態のモニタ結果を検証させるとすると、400フレーム(=1s/2.5ms)を、通信システム1の負荷が増大しているか否かを判断するための基準値として得ることができる。400に所定値を加えるなどして得た値を使用するようにしてもよいが、ここでは簡単のため400をそのまま基準値として使用するものとする。

【0051】この場合、ノード3(1)に対して、1秒毎にその1秒間におけるデータの受信時刻から受信したフレーム数を通信システム1の負荷として算出させ、この算出したフレーム数が上記基準値400以上である通信システム1の負荷が増大していると判断させる一方、400未満であると通信システム1の負荷は増大していないと判断させる。さらに、ノード3(1)に対して、通信システム1の負荷が増大していると判断したとき、一時的に他のノード3の送信時間間隔を5msに長くするように他のノードの全てに通知させ、この後、通信システム1の負荷が増大していないと判断すれば、応答の送信時間間隔を2.5msに戻すように他のノードの全てに通知させる。一方、これらの通知を受ける他のノードの全てに対して、ノード3(1)からの上記通知に応じて、送信時間間隔を5msまたは2.5msに変更させる。

【0052】この具体例によれば、通信システム1の負荷が増大すれば、応答の送信時間が長くなるので、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求データの消失の確率を低く抑えることができる。

【0053】図8は本発明の第5実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図で、この図を用いて以下に第5実施形態の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第5実施形態では、複数のノード3の各々に対して、応答の返送を期待するノード3のリストを予め記憶させ、要求を送信するとき、応答受信完了待ちタイマを起動させ、上記リストを利用して要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報をヘッダ部F1に含めさせ、このヘッダ部F1とともに要求を送信させ、この後、応答受信完了待ちタイマの計時によりタイムアウトが発生する前に、ヘッダ部F1に含めた応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信した場合には、応答受信完了待ちタイマを停止させる一方、応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信する前に、応答受信完了待ちタイ

マの計時によりタイムアウトが発生した場合には、応答の返送を期待するノードのうち応答を返送してこなかったノードに対してのみ上記要求の再送を行わせる方法が採られる。

【0054】次に、上記方法による動作例を説明する。ノード3(2)が要求を例えば他のノード全てに送信すると(t400)、他のノードの各々から順次応答が返送されてくるが、図8の例では、何等かの原因によってノード3(3)からは応答が返送されてこず、ノード3(3)を除く他のノード3(1)、3(4)~3(8)の各々から順次応答が返送されてくる(t401、…、t408)。【0055】この場合、応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信する前に、応答受信完了待ちタイマの計時によりタイムアウトが発生し(t409)、この時点で、ノード3(2)は送信先相手指定F13をノード3(3)のみにして上記要求を再送する。このとき、送信先ノード/グループ番号F12およびトランザクション番号F15は変更しない。この後、30msの経過後の時点t412にノード3(3)からノード3(2)に応答が返送される。

【0056】このように、応答を送信してこなかったノードに対してのみに再送を行うことで、再送する必要のないノードからの応答が排除されるので、冗長なトラヒックの抑制が可能になり、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求データの消失の確率を低く抑えることができる。また、要求の受信は正常に行われ、その要求に対する応答が信号の衝突によって消失した場合に、異なる送信先ノード/グループ番号F12およびトランザクション番号F15で再送すると、二重受信になってアプリケーションが暴走する危険性があるが、送信先ノード/グループ番号F12およびトランザクション番号F15を変更せずに再送を行うことで、そのような危険性を伴わない通信が可能になる。

【0057】なお、上記第5実施形態において、複数のノード3の各々が、要求の再送を所定回数行ってもその再送の相手先から応答が返送されない場合には、その相手先のノードを障害ノードとして取り扱い、この後、障害ノードに対する再送の回数を、障害ノードとして取り扱わないノードに対する再送の回数よりも少なくするようにしてもよい。例えば、所定回数を3回に設定し、障害ノードに対する再送の回数を1回に設定すれば、図8の動作と同様に、ノード3(2)がノード3(3)に対して3回再送を行ってもノード3(3)から応答が返送されないこと、ノード3(2)において、応答管理部305がシステム状態管理部304に対してノード3(3)が障害ノードであると通知して、これ以降のノード3(3)に対する再送回数を1回にする処理が行われる。続いて、異常終了したことをアプリケーションタスク部301に通知する処理が行われ、これにより、通信処理が完了する。この後、ノード3(2)がノード3(3)に要

求を送信して、その要求に対する応答が返送されてこなければ、ノード3(3)に対する再送が1回だけ行われる。この後、その再送に対して応答がないと、通信処理が完了する。これにより、応答が期待できないノードへの再送の繰り返しによる冗長な待ち時間を短縮でき、この短縮した時間だけ次の送信を迅速に行うことができる。

【0058】図9は本発明の第6実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図で、この図を用いて以下に第6実施形態の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第6実施形態では、複数のノード3のうち、データの送信に関する要求が他のノードに比べて多い少なくとも1つのノードを高優先度ノードとし、この高優先度ノードからの応答が上記他のノードからの応答よりも先に送信されるように通信システム1を設定し、上記他のノードに対して、高優先度ノードから応答が返送されてこない場合、応答の収集を中断させて高優先度ノードへの要求の再送を行わせる方法が採られる。

【0059】次に、上記方法による動作例を説明する。ただし、図9では、ノード3(1)がデータの送信に関する要求が他のノードに比べて多く、高優先度ノードに設定されているものとする。

【0060】ノード3(2)が要求を例えば他のノード全てに送信すると(t50)、高優先度ノードに設定されたノード3(1)からの応答が他のノード3(3)~3(8)からの応答よりも先に返送されるように順次応答が返送されてくるのであるが、図9の例では、何等かの原因で高優先度ノードに設定されたノード3(1)から応答が受信されるべき時点t51に返送されてこない。この場合、ノード3(2)は、応答の収集を中断して、例えば次のノード3(3)から応答が返送されるべき時点までに、ノード3(1)への要求の再送を行うとともに他のノード3(3)~3(8)へも同一の要求を再送する(時点t52)。このとき、送信先ノード/グループ番号F12およびトランザクション番号F15は変更しない。これにより、二重受信によるアプリケーションの暴走の防止が可能になる。

【0061】この後、図9の例では、高優先度ノードに設定されたノード3(1)からの応答が他のノード3(3)~3(8)からの応答よりも先に返送されるように順次応答が返送されてくる(t53、t55~t60)。これにより、高優先度ノードからの応答の遅延を最小限に抑えることができる。

【0062】次に、本発明の第7実施形態に係る応答分散式通信方法の説明を行う。本応答分散式通信方法も第1実施形態と同様に通信システム1に適用される。第7実施形態では、複数のノード3の各々に対して、通信システム1に接続されるノード数に応じて、通信イベント周期タイマおよび応答受信完了待ちタイマによる各計時

時間の長さを通信システム1の輻輳を回避し得る値に設定させる方法が保られる。

【0063】具体的には、初期設定時に、自ノードのノード番号と通信システム1のノード数およびノード番号の一覧（接続リスト）とをアプリケーションタスク部301が通信プロトコル層部302に通知するように各ノード3を設定する。また、自ノードのノード番号と接続リスト中のノード番号とを比較し、自ノードの応答送信順序を算出するように各ノード3を設定する。

【0064】例えば、自ノードのノード番号が7であり、接続リスト中のノード番号が1, 3, 4, 6, 9, 10, 13, 16, 19であるとすれば、自ノードの応答送信順序は1, 3, 4, 6の次であることから5番目になる。このように、ノード番号と応答送信順序とが必ずしも一致しないことに鑑みて、第7実施形態では、通信システム1に接続されるノード数に応じて、通信イベント周期タイムおよび応答受信待ちタイムによる各計時時間の長さを適応的に設定するのである。この場合、ノード数が10で、図2のノード数8に対してノード数が2個増えるから、通信システムの輻輳を回避すべく、通信イベント周期タイムおよび応答受信待ちタイムによる各計時時間の長さはノード数が8の場合の1.25 (=10/8) 倍に変更される。これにより、通信システムに接続されたノード数に応じて応答の遅延時間を最小に設定することができる。

【0065】なお、第7実施形態において、既述の障害モードを検出した場合、検出した障害ノードの数を上記各計時時間の長さの設定に加味するようにしてもよい。すなわち、通信システム1に接続されるノード数および障害ノードの数に応じて、通信イベント周期タイムおよび応答受信待ちタイムによる各計時時間の長さを通信システム1の輻輳を回避し得る値に設定するようにしてもよい。例えば、通信システム1に接続されるノード数が10で障害ノードの数が1の場合には、通信イベント周期タイムおよび応答受信待ちタイムによる各計時時間の長さをノード数が10の場合の0.9倍に変更すればよい。なお、自ノードのノード番号が7であり、接続リスト中のノード番号が1, 3, 4, 6, 9, 10, 13, 16, 19であるとき、障害ノードのノード番号が13であれば自ノードの応答送信順序は5番目のままで、障害ノードのノード番号が4であれば自ノードの応答送信順序が4番目になるから、ノード番号×10msにより得られる遅延時間が変わるのはいうまでもない。

【0066】

【発明の効果】以上のことから明らかなように、請求項1記載の発明によれば、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システム用の応答を分散させる通信方法であって、前記複数のノードの各々は、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、この応答の

送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させるので、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避することができる。

【0067】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、要求を送信するとき、その要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情報をヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求をデータとして送信し、データを受信したとき、このデータから得られるヘッダ情報とともに、受信したデータが自宛のデータであるか否かを判断し、自宛のデータであれば応答を送信する方法でもよい（請求項2）。この方法によれば、自宛のデータであれば応答が送信されるので、冗長なトラヒックを抑制し、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0068】請求項3記載の発明によれば、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、データの送信機能として応答送信機能と要求送信機能とを個別に有し、応答送信機能によって応答を送信するとき、その応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させ、要求送信機能によって要求を送信するとき、その要求を、この送信タイミングを遅延させることなく送信するので、要求の迅速な送信が可能になる。

【0069】請求項4記載の発明によれば、請求項1記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、前記応答を送信するとき、前記伝送媒体の伝送速度と前記応答のデータ長とからその応答の前記伝送媒体における滞在時間を算出し、この滞在時間から通信システムの輻輳を回避するために必要な応答の送信時間間隔を算出し、当該ノードが保持する前記固有の値から前記応答の送信順序を決定し、この送信順序および前記送信時間間隔に応じて前記応答を送信するので、遅延を最小限に抑えて応答を返送することが可能となる。

【0070】請求項5記載の発明によれば、請求項1または3記載の応答分散式通信方法において、データの受信時刻から前記通信システムの負荷を算出し、この負荷から前記通信システムの負荷が増大しているか否かを判断し、前記通信システムの負荷が増大していれば前記応答の送信時間間隔を長くするので、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0071】請求項6記載の発明によれば、請求項2記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、タイムを有するとともに応答の返送を期待するノードのリストを予め記憶し、前記要求を送信するとき、前記タイムを経過し、前記リストを利用して前記要求を送信すべき少なくとも1つの送信先ノードの指定情

報を前記ヘッダ情報に含め、このヘッダ情報とともに前記要求を送信し、その後、前記タイムの計時によりタイムアウトが発生する前に、前記ヘッダ情報に含めた応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信した場合には、前記タイムを停止する一方、前記応答の返送を期待するノードの全てから応答を受信する前に、前記タイムの計時によりタイムアウトが発生した場合には、前記応答の返送を期待するノードのうち応答を返送してこなかったノードに対してのみ前記要求の再送を行うので、冗長なトラヒックを抑制し、信号の衝突や受信バッファ溢れなどによる要求のデータ消失の確率を低く抑えることができる。

【0072】請求項7記載の発明によれば、請求項6記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、前記要求の再送を所定回数行ってもその再送の相手先から応答が返送されてこない場合には、その相手先のノードを障害ノードとして取り扱い、この後、前記障害ノードに対する再送の回数、前記障害ノードとして取り扱われないノードに対する再送の回数より少なくとも、次の要求の迅速な送信が可能になる。

【0073】請求項8記載の発明によれば、請求項3記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードのうち、データの送信に関する要求が他のノードに比べて多い少なくとも1つのノードを高優先度ノードとし、前記高優先度ノードからの応答が前記他のノードからの応答よりも先に送信されるように前記通信システムを設定し、前記他のノードに対して、前記高優先度ノードから応答が返送されてこない場合、応答の収集を中断させて前記高優先度ノードへの要求の再送を行わせるので、高優先度ノードに対する要求の遅延を最小限に抑えることができる。

【0074】請求項9記載の発明によれば、請求項4記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は、タイムを有し、前記通信システムに接続されるノード数に応じて、前記タイムによる計時時間の長さを前記通信システムの輻輳を回避し得る値に設定するので、通信システムに接続されるノード数が変化しても通信システムの輻輳を回避することができる。また、通信システムに接続されるノード数に応じて応答の遅延を最小限に抑えることができる。

【0075】請求項10記載の発明によれば、請求項9

記載の応答分散式通信方法において、前記複数のノードの各々は前記障害ノードの数に応じて応答収集のためのタイム設定時間を設定するので、障害ノードからの応答待ちによる冗長な遅延を抑制し、応答の遅延を最小限に抑えることができる。

【0076】請求項11記載の発明によれば、複数のノードが相互にデータの送受信を行う通信システムであって、前記複数のノードの各々は、割り当てられた固有の値を保持し、応答を送信するとき、この応答の送信タイミングを前記固有の値に応じて遅延させるので、伝送媒体の通信容量またはデータ受信能力を超えるトラヒックが発生する場合などの通信システムの輻輳を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図である。

【図2】通信システムの構成例を示す図である。

【図3】通信システムで送受信されるデータのフレームフォーマット例を示す図である。

【図4】図2に示す各ノードのハードウェア構成図である。

【図5】図4に示すハードウェア、特に制御部に具備される機能ブロック図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図である。

【図7】応答の収集の例を示す図である。

【図8】本発明の第5実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図である。

【図9】第6実施形態に係る応答分散式通信方法の説明図である。

【図10】複数のノードが送信を行った場合にデータが消失するなどの問題点の説明図である。

【符号の説明】

1 通信システム

2 ネットワーク

3 ノード

30 送信部

31 受信部

32 タイマ

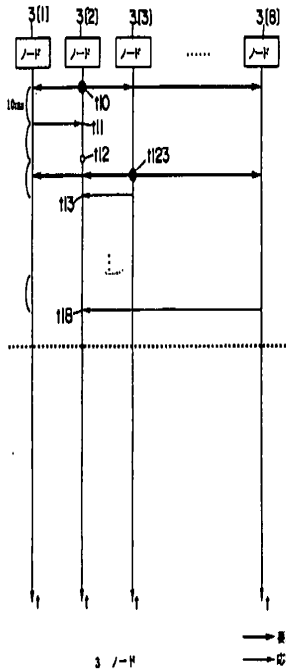
33 メモリ

34 制御部

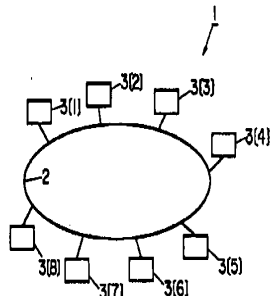
(11) #2001-45020 (P2001-4 EA)

(12) #2001-45020 (P2001-4E"nA)

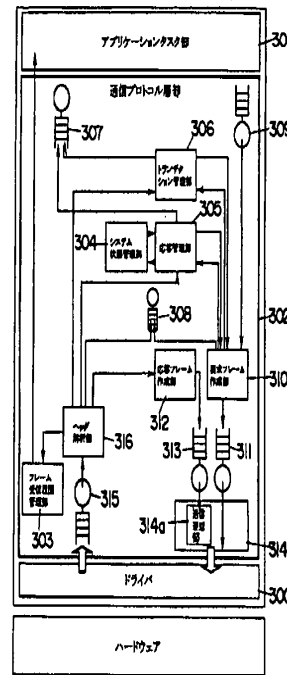
【図1】



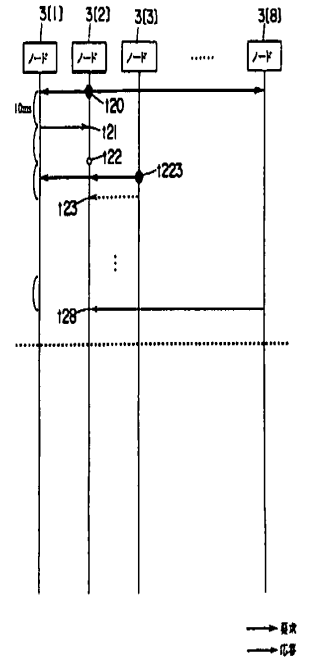
【図2】



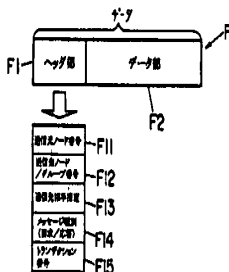
【図5】



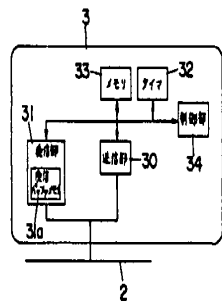
【図6】



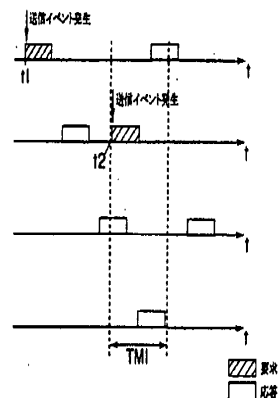
【図3】



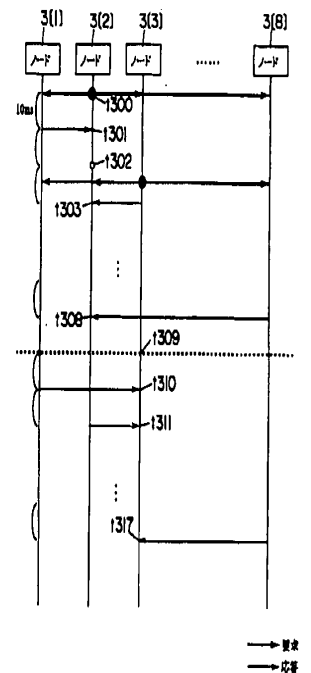
【図4】



【図10】

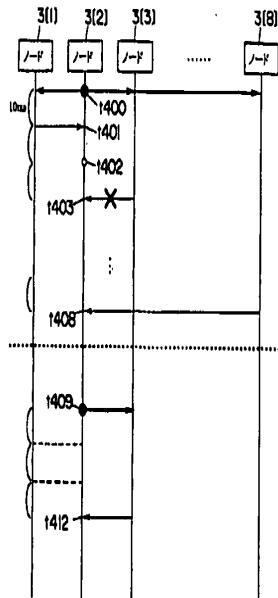


【図7】



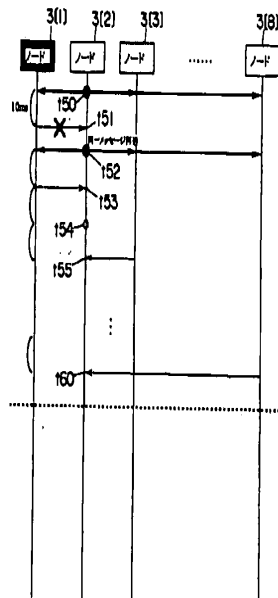
(13) 2001-45020 (P2001-48:sA)

【図8】



→要求  
→応答

【図9】



→要求  
→応答

フロントページの続き

(72)発明者 中尾 豊  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA13 HC01 HC14 LA19 LD02  
LD18 LE01 MB06  
5K033 AA05 CB06 CB13